

## iA-Canvas를 이용한 통합 관리 시스템 구현

김 석 찬\* · 김 기 태\*\* · 김 제 민\*\*\* · 유 원 희\*\*\*\*

### *Implementation of The Integrated Management System using iA-Canvas*

Kim, Seog Chan · Kim, Ki Tae · Kim, Je Min · Yoo, Weon Hee

#### 〈Abstract〉

iA-Canvas is HMI program which is the industrial automation application developed based on the Java language, and can run on any OS such as Windows, UNIX, Linux. The iA-Canvas is built on object-oriented open structure and consider network functionality and user experience as a system of centralized management and distributed management. iA-Canvas is composed of several components such as Builder, IO Server, Viewer, and Web Service Module and provides a GUI control environment.

This paper explains design and implementation of iA-Canvas that is a tool for development of integrated management system, and shows practical examples of integrated management system that use iA-Canvas.

Key Words : iA-Canvas, HMI, DCS, IMS

## I. 서론

컴퓨터와 네트워크가 급속도로 발전하고 있는 요즘 자동 제어 시스템은 지속적인 관심속에 계속 발전하고 있으며 사회 및 산업 분야 곳곳에서 활용되고 있다[1-2].

자동 제어 시스템은 보통 PLC(Programmable Logic Controller), 스위치, 그리고 계측기와 같은 제어 장치, 이러한 장치로부터 데이터를 수집하고 제어 신호를 보내는 분산 제어(Distributed Control) 장치, 그리고 사용자와 제어 시스템을 연결하는 HMI(Human Machine

Interface)로 구성된다[3-4].

초기 제어 시스템에서 사용자는 장치를 제어하기 위해 하드웨어를 직접 제어하였다. 하지만 분산 제어 시스템에서는 분산 설치된 제어 장치가 상당히 먼 곳에 떨어져 있을 수 있기 때문에 위급한 상황에서 장치를 직접 제어하는 것이 어려울 수 있다[6]. 이를 해결하기 위해 분산 제어 시스템에서는 측정된 정보와 분산 시스템을 관리할 수 있는 소프트웨어인 HMI를 사용한다. 시스템 운행 중에 발생된 각종 정보는 HMI가 설치된 컴퓨터에 실시간으로 전달된다[7, 13]. HMI 컴퓨터에서는 전달된 데이터에 대해 분석과 처리를 수행하고, 그 결과를 기록한다. 그리고 사용자는 HMI를 통해 분석된 데이터를 감시하고 실시간으로 상황에 따라 대처한다[8, 10-12].

\* 주식회사 나루기술 대표

\*\* 인하대학교 컴퓨터정보공학부 강의전임강사

\*\*\* 인하대학교 정보공학과 박사과정

\*\*\*\* 인하대학교 컴퓨터정보공학부 교수

현재 우리나라의 현장에서 사용되는 대표적인 HMI 소프트웨어로는 iFIX[18], inTouch[19], IntelliSite[16] 등의 외국에서 제작된 것과 국내에서 제작된 Cimon[20]과 같은 제품들이 존재한다.

기존에 존재하는 HMI들은 대부분 외국에서 제작된 것으로 국내 실정에 적합하지 못한 사용자 환경과 시스템 관리 환경이 제공되는 경우가 많다. 이 때문에 현장에서는 종종 어려움을 겪는 경우가 발생한다[3]. 특히 기존의 HMI들은 일률적으로 MS Windows 기반에서만 동작될 수 있는 제품이거나, 분산 제어 시스템과 통합된 전용 HMI들이 대부분이다. 게다가 통상 독립형의 단일 시스템 형태로 기존의 HMI들이 구축된다는 문제도 있었다. 또한 iA-Canvas의 제작 초기에는 대부분의 HMI들이 웹 버전에 대한 지원도 전무한 상황이었다. 이러한 환경에서 범용 운영체제 모두 지원하고, 동일한 환경으로 웹 상에서도 운영이 가능한 HMI의 개발이 필요하였다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 본 논문에서는 새로운 HMI 소프트웨어인 iA-Canvas를 설계 및 개발하고 적용 사례를 보인다. iA-Canvas에서는 범용 운영체제 지원을 위해 Java를 이용해 프로그램을 개발한다. 또한 통상 독립형의 단일 시스템으로 구축되던 기존의 HMI는 차별화되어 현재의 시스템 트렌드를 반영할 수 있도록 여러 단위 시스템 및 통합 시스템을 하나의 시스템으로 구축할 수 있도록 네트워크 구성기능을 추가한다. 이를 위해 여러 노드(PC)들을 정의하고, 정의된 노드들의 각 역할들을 정의하여 노드들 간의 연계 관계를 정의하도록 하여 구축할 수 있도록 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해 설명하고, 3장에서는 iA-Canvas의 전체적인 구성과 기능 및 새로운 특징에 대해 설명한다. 4장에서는 개발된 iA-Canvas의 적용 사례를 보이고, 다른 도구와의 비교를 수행한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

### 2.1 PLC

PLC[17]는 Programmable Logic Controller의 약어로 일종의 소형 컴퓨터로 기존에 사용하던 릴레이, 타이머, 카운터 등의 기능을 IC, 트랜지스터 등의 반도체 소자로 대체시킨 장치로 기본적인 시퀀스 제어 기능에 연산 기능을 추가하여 프로그램 제어가 가능하도록 한 범용 제어 장치이다.

PLC는 제어를 통해 각종 센서들로부터 입력을 받아 저장된 프로그램에 의해 계산하고, 기계나 프로세서들을 제어한다. 따라서 자동 제어 시스템에 필수적으로 사용되는 핵심 장치이다.

### 2.2 분산 제어 장치

분산 제어 장치[5]는 안정성과 광범위한 확장성으로 인해 산업분야 전반에 걸쳐 사용되며, 사람이 수동으로 제어하기 힘든 작업을 자동으로 제어하고 감시하는 역할을 수행한다.

분산 제어에서는 프로세스 제어 기능을 여러 대의 컴퓨터에 분산시켜서 신뢰성을 향상시켜야하고, 이상 발생 시 효과적으로 대처할 수 있어야 하며, 그 파급 효과를 최소화시킬 수 있어야 한다[14]. 이를 위해 전달된 정보의 처리 및 장치 조작 그리고 분산된 컴퓨터의 관리 기능을 중앙의 주 컴퓨터에서 처리한다. 따라서 분산 제어 시스템은 기능의 분산과 정보의 집중에 대해 균형을 유지하면서 개발되어야 하는 장치이다.

### 2.3 HMI

HMI(Human Machine Interface)[15]는 인간의 감각을 이용한 정보의 표출과 외부 정보에 대한 인지를 통해 기계와 통신하는 모든 인터페이스를 의미한다.

HMI는 보통 PLC와 같은 장치와 연결되어 공장 기기를 모니터링하고 제어하는 역할을 수행한다. 즉, HMI는 사용자가 시스템을 제어할 수 있도록 하는 제어 감시 소프트웨어이다.

대표적인 HMI 소프트웨어로는 inTouch, iFIX, IntelliSite 그리고 Cimon 등이 있다. inTouch는 Wonderware사에서 개발한 HMI로 공장용으로 Windows에 구축된 최초의 플랫폼이다. 업계 최초로 Windows NT 환경을 공장자동화에 도입하였다. iFIX는 GE사에서 개발한 HMI로 강력한 SCADA 엔진과 풍부한 연결 옵션 세트를 제공하고, 개방형 아키텍처와 확장 가능한 분산 네트워크 모델을 제공한다. Intelli-Site사의 Intelli-Site 소프트웨어는 확장 가능한 PC-기반 시스템을 통해 제어 및 전자 보안 구성 및 서브시스템을 관리하도록 설계되었다. 특히 중앙 통제 보안 시스템에 전자 보안 제품 및 서브시스템을 통합하는 역할을 수행한다. 하지만 이들 제품들은 다 외국의 HMI 소프트웨어들이라 국내 실정과 다른 경우가 존재하기도 한다.

국내 HMI 제품으로는 (주)케이디티 시스템즈의 Cimon이 있다. 개방형 구조(Open System Architecture)로 설계된 CIMON-SCADA는 다양한 사용자의 특수성을 쉽게 만족시킬 수 있으며, 다른 소프트웨어 시스템들과 다양한 인터페이스를 제공한다. 하지만 이 시스템은 Windows 운영체제에 최적화되어 있다는 한계를 갖는다.

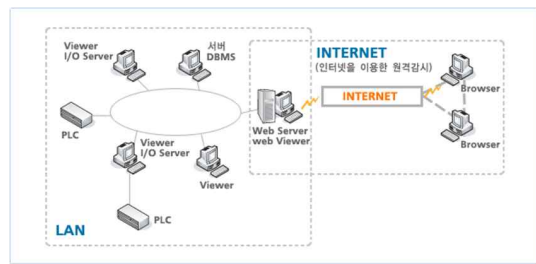
### III. iA-Canvas

#### 3.1 시스템 구성

iA-Canvas는 자바 언어를 기반으로 개발하여 플랫폼에 독립적이면서 객체지향 성질을 갖고, 추후 확장성을 위해 개방형 구조로 설계한다. 네트워크 기능을 강화하고, 사용자 편의성을 고려하여 설계한다. 또한 기존의 존재하는 관리 시스템에 대해 한 시스템으로 중앙 집중관

리 및 분산 관리를 할 수 있도록 설계한다.

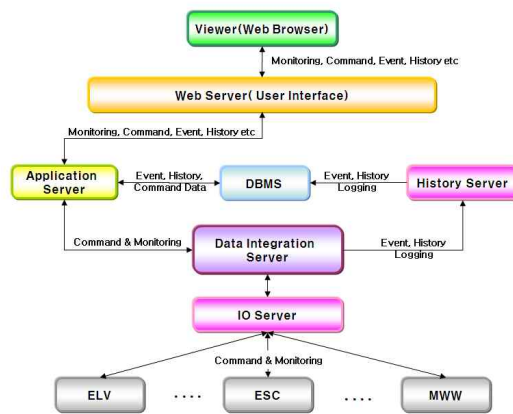
iA-Canvas는 자바 빈즈(JavaBeans)를 이용하여 작성된 컴포넌트를 새롭게 개발된 빌더 상에 추가하여 사용할 수 있도록 설계하며, 자바의 강력한 인터넷 기능을 사용하여 기존 모듈과 웹 서비스 간의 연동을 손쉽게 수행할 수 있도록 구성한다.



<그림 1> 전체적인 시스템 구성

iA-Canvas는 <그림 1>과 같이 분산된 곳에 존재하는 관련 장치들로부터 정보를 받아 이를 분산된 환경에서 Web Server와 Web Viewer를 이용해 처리할 수 있도록 구성된다.

시스템 구성 관점에서 iA-Canvas의 좀 더 자세한 구성 요소간의 관계는 <그림 2>와 같이 표현할 수 있다.



<그림 2> 시스템 구성

<그림 2>에서 하단에 있는 ELV, ESC, MWW는 엘리베이터, PLC와 같은 설비를 나타낸다. iA-Canvas가 처리할 데이터들은 이들 설비들로부터 전송되는데, 전송된 데이터는 설비들의 상태 정보(Monitoring)를 포함한다. 전달된 상태 정보를 수집하고 처리하면서 설비들의 상태를 모니터링 하는 구성 요소를 IO Server라 한다. 관련된 여러 설비와 IO Server 간에는 커맨드(Command)라고 하는 설비를 제어하기 위한 제어 명령이 전달되어 설비에 대한 제어를 수행한다.

전체적인 시스템 구성에서 중간에 위치하고 있는 IO Server, Data Integration Server(DIS), Application Server, History Server, Web Server 들은 각각 데몬 형태의 프로세스들이다. 이들 각각의 프로세스는 설비와 구성 요소들로부터 관련된 메시지(정보, Command와 Monitoring)를 받으면, 해당 로직에 따라 처리를 수행한다. 이 때, 처리되는 정보를 관리할 수 있도록 DBMS를 사용한다. iA-Canvas에서는 DBMS로 안정성과 확장 가능성을 고려하기 위해 Oracle을 사용한다. 하지만 다른 DBMS와의 확장성과 호환성을 위해 MS-SQL과 MySql에 대해서도 추가적으로 지원한다.

시스템 구성에서 상단에 위치한 Web Server는 이러한 설비의 상태 정보 또는 제어 정보를 사용자가 웹브라우저를 통해 여러 구성 요소에 대해 모니터링을 하고, 관련 제어를 수행하고, 또한 관련 정보를 조회한다.

iA-Canvas에서 설비로부터 사용자까지 데이터가 처리되는 과정은 다음과 같다. 우선 기본적으로 각종 설비로부터 획득한 상태 정보는 IO Server를 거쳐서 Data Integration Server로 전송되며, Data Integration Server는 설비의 상태 정보를 Application Server로 전송한다. 설비에 대한 이력 정보는 다시 History Server로 전송하여 이를 DBMS에 저장한다. 특히 History Server는 설비의 상태 정보 또는 알람, 고장 정보를 DBMS에 일괄적으로 저장하는 역할을 수행한다. Application Server로 전송된 데이터는 Web Server를 거쳐 사용자의 웹 브라우저로 전송되며, 사용자는 설비의 상태를 모니터링할 수

있게 된다.

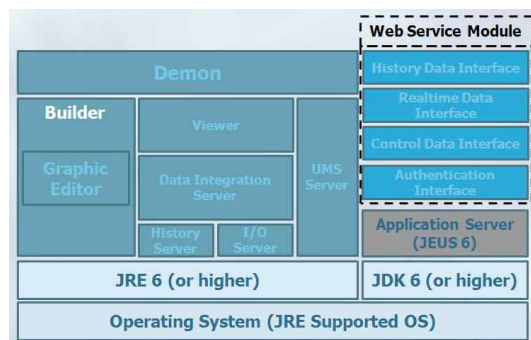
만약 모니터링하던 사용자가 필요에 의해 또는 위험 상황에 대해 설비에 대한 제어 명령을 수행하면, 그 데이터는 다시 Application Server를 거쳐 Data Integration Server, 그리고 IO Server를 거쳐 설비에 전송되어 설비에 대한 동작을 제어한다. 이때 사용된 제어 명령 또는 DBMS에 저장할 정보는 바로 Application Server가 저장한다.

### 3.2 iA-Canvas 프로세스 구성

iA-Canvas는 프로세스 구성 관점에서는 크게 데몬 프로그램인 Canvas Manager와 개발자 응용 프로그램인 Builder, 운영용 Runtime 모듈로 구성된다.

Runtime 모듈은 클라이언트 프로그램인 뷰어와 데이터 수집 태스크인 서버들로 구성된다. Canvas Manager에서는 프로그램의 기동/종료 및 실행중인 프로젝트 내에서 일어나는 모든 상황을 감시하고 기록하는 역할을 수행한다. Builder에서는 Runtime 모듈이 동작하기 위한 모든 정보들을 설정하고, 뷰어에서 표시될 화면을 구성한다. Runtime 모듈에서는 Builder에서 설정된 정보에 의해 뷰어 및 IO Server, DB서버를 운영한다.

iA-Canvas의 프로세스는 <그림 3>과 같이 여러 가지 구성 요소로 이루어진다.



<그림 3> 프로세스 구성도

<그림 3>의 각 프로세서 구성 요소들에 대한 특징과 구체적인 용도 그리고 수행하는 동작을 요약하면 다음과 같다.

1. Builder : 빌더는 iA-Canvas에서 제공되는 저작도 구로 일반 사용자가 사용하는 도구이다. Builder를 이용하여 모니터링 할 화면을 작성하고, IO Server로부터 데이터를 받아올 태그 정보와 통신에 관련된 디바이스 설정, 네트워크 설정과 같은 작업을 수행한다.

2. IO Server : Builder에서 설정한 디바이스 정보와 태그 정보를 근거로 작업 현장에 설치된 설비의 디지털 또는 아날로그 데이터를 수집하기 위해 PLC, ELV 등과 같은 설비와 통신을 하여 데이터를 수집하는 역할을 수행한다.

3. DIS(Data Integration Server) : IO Server에서 수집된 데이터를 Builder에 설정된 이벤트 동작이나 스크립트를 실행하여 데이터를 가공 및 저장 처리한 후 Viewer로 데이터를 전송해 주는 역할을 수행한다.

4. History server (DB) : 이력 데이터를 저장하는 역할을 수행한다.

5. Viewer : 프로그램이 실행된 상태에서 엔지니어가 작성 한 화면에 수집한 데이터를 출력하여 설비의 상태 등을 모니터링하고 제어하거나 이력 정보를 조회하는 등의 작업을 수행한다.

6. Web Service Module : Viewer의 기능을 웹 페이지에서 사용할 수 있도록 인터페이스 해주는 역할을 수행한다.

7. Demon : 기본적으로 IO Server와 DIS, Viewer 등이 하나의 PC에 설치되지만, 각 서버들의 동작 시 발생하는 부하를 분산시키기 위해 각각을 서로 다른 PC에 설치한 후 내부 망(LAN)을 사용해 데이터를 주고받아 각각의 기능을 수행하도록 구성한다. 이때, 각 서버들 간의 통신 상태 등을 감시하는 기능을 Demon을 통해 수행한다.

8. UMS Server : 상황에 따라 사용자가 원하는 정보 등을 미리 지정된 사용자에게 문자 메시지나 메일 형태로 발송하는 역할을 수행한다.

### 3.3 iA-Canvas 특징

iA-Canvas가 갖는 특징을 정리해보면 다음과 같다.

1. 플랫폼 독립적인 이식성 : iA-Canvas는 순수 Java로 구현되어 Java의 플랫폼에 독립적인 특성을 그대로 따른다. 즉 JVM을 이식할 수 있는 어떤 운영체제(Windows, Solaris, Linux, MacOS,...)에서도 iA-Canvas의 모든 기능 (MS Windows에 종속적인 기능 - OPC, DDE 제외)을 이용하여 운영할 수 있다.

현재 대부분의 HMI는 Windows 내에서만 운영이 가능하며, 간혹 서버는 Unix지원, 뷰어는 Windows에서 운영할 수 있는 툴들도 있지만, 현재 iA-Canvas와 같이 모든 기능이 Java로 작성되어 이식성이 경우는 존재하지 않는다. 예를 들어 Intouch(미국), IFix(미국, Cimon(국내), Autobase(국내) 등의 경우는 단지 윈도우즈에서만 수행 가능한 경우이다.

2. 분산형 구조 : 프로세스 구성도에 나타난 각 프로세스 단위로 별도의 시스템에 설치/운영이 가능하다. 즉 데이터 통합 서버(Data Integration Server), IO서버(IO Server), 뷰어(Viewer) 등을 각각 다른 PC에 설치하여 하나의 모니터링 시스템으로 운영할 수 있다. 이러한 기능을 이용하여 대단위 시스템의 경우 전체 시스템을 여러 대의 물리적인 PC로 구성/배치하도록 하여 부하 분산 및 성능의 향상을 기획할 수 있다.

또한, 계층적 형태의 시스템을 구성하는데 용이할 수 있다.

예를 들어, 하나의 광역시에 대한 가로등 상태의 감시 및 제어를 하는 시스템이 있다고 하면, 시스템은 동 - 구 - 시 로 이어지는 계층적 형태의 시스템이 된다. 즉 각 동에서는 해당 구역 내의 가로등만 감시를 하고, 시에서는 전체 가로등을 감시해야 하며, 이 때 각 동을 관할하는 PC가 존재하고 구에는 각 동 PC로부터 데이터를 수집하는 PC가 존재한다. 시에는 각 구 PC로부터 데이터를 총괄할 수 있는 PC가 상호 연관되어 하나의 시스템을 구축하게 되는데, 이러한 시스템을 하나의 시스템으로 구성할 수가 있다.

3. 웹을 통한 감시 : Application Server(middleware) 및 웹 서버를 이용하여 인터넷을 통하여 각 운영자들은 원격으로 감시를 수행할 수 있다. 웹 모니터링에서도 Java의 플러그인 기술을 사용하여 사용자의 환경(브라우저)에 종속되지 않게 운영할 수 있으며, RIA 기술을 사용하여 데이터 통신은 Ajax를 통하여 이루어진다. 따라서 웹 포트를 통하여 데이터를 주고받으므로 보안성과 타 시스템과의 인터페이스도 우수하다.

타 시스템들도 통상의 웹 모니터링을 지원하지만, 뷰어를 ActiveX 또는 .NET(닷넷) 기반으로 구현하여 특정 브라우저에서만 운영이 되거나 서버와의 데이터 통신을 TCP/UDP를 이용하여 보안성이 떨어지며, 타 시스템에서 HMI 데이터를 가져가기가 용이하지 않은 경우가 대부분이다.

4. 스크립팅 기술 : Java의 스크립팅 기술을 이용하여 사용자가 원하는 부가 기능들을 작성할 수 있다. 즉 시스템에서 정의된 기본 기능외에 사용자가 원하는 기능들을 작성해서 운영할 수 있다. 또한 이렇게 사용자 기능을 정의하는데 사용되는 스크립트 언어는 JSR-223에서 정의된 Java Scripting 인터페이스를 구현한 모든 언어를 지원함으로써 JRuby, JavaScript, python, groovy 등의 언어 중에서 사용자가 원하는 스크립트 언어를 선택하여 적용할 수 있다.

일반 상용 HMI의 경우에는 자체적으로 개발된 스크립트 언어나, VBScript 등의 단일 스크립트 언어만을 지원한다.

5. 원격지 시스템 관리 : 시스템이 지역적으로, 혹은 물리적으로 분산되어 있는 경우에 시스템의 내용을 변경하려고 할 경우에 각 개별 시스템에 대한 업데이트가 필요한데 이러한 작업을 하나의 PC로부터 수행할 수 있다. 이를 이용하면 대단위 시스템에 들어가는 많은 유지보수 비용들을 절감할 수 있게 된다.

6. UMS 서비스 : 감시제어 시스템을 직접 모니터링하고 있지 않은 경우에 시스템에 문제가 발생하면, 이를 인지하여 확인할 수 있는 방법이 없다. 따라서 시스템은 항

상 운영요원들이 상주하는 것이 필요한데, 이를 UMS 서비스를 이용하여 중요한 시스템 이벤트들을 지정된 운영자에게 SMS(문자) 또는 이메일을 통하여 인지시켜줄 수 있다. 이를 이용하여 상주 운영자가 없더라도 각 운영자들은 시스템에 문제가 발생하였을 때 이를 인지하여 처리할 수 있다.

이 밖에도 손쉬운 감시화면 제작, 다중화면 동시 모니터링, 보고서 출력, I/O 디바이스 인터페이스, 태그 관리, 사용자 관리, 시스템 로그인을 통한 운영상태 확인 등 다양한 기능과 특징을 갖는다.

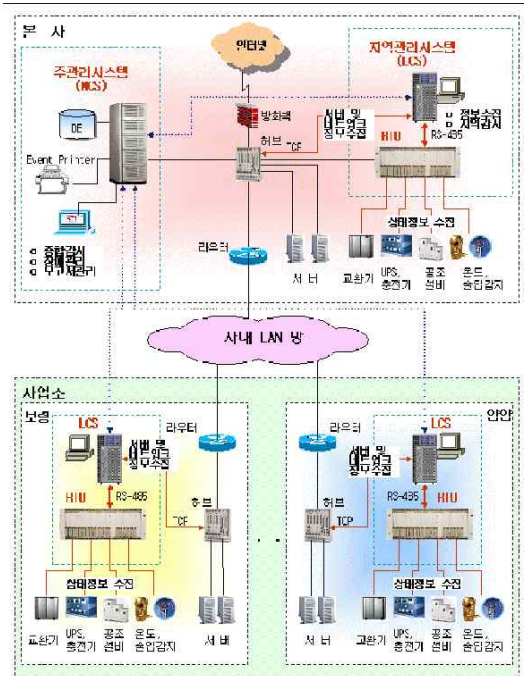
## IV. iA-Canvas 적용

### 4.1 화력 발전소 관리

iA-Canvas의 적용 사례로 화력 발전소 관리를 들 수 있다. 전국의 화력 발전소는 본사의 통신실을 통해 각 지역 발전소 통신실 내의 통신 장비를 제어하고 각종 데이터를 수집할 필요가 있다. 본 논문에서 iA-Canvas를 통해 적용된 시스템은 지역 발전소의 통신실에 설치된 시스템 장비와 부대시설을 원격으로 관리할 수 있는 통합 솔루션이다. 최근에 각종 건물과 시설의 통신 시스템 장비들을 하나로 묶는 통합 관리 시스템은 원활한 유지 보수와 안정적인 운용을 위해서 필수적이 되고 있다. 화력 발전소의 예로 제시한 시스템은 지역 발전소의 통신실에 구축되어 있는 유닉스 서버, 라우터, 스위칭 허브 등의 장비를 원격 감시하여 필요한 정보를 추출하고, 이를 본사 통신실의 네트워크 관리 시스템으로 자동 전송한다. 본사 통신실의 네트워크 관리 시스템은 이러한 정보를 실시간으로 수집하여 데이터베이스 서버에 기록하고 기록된 정보를 각종 형태로 가공하여 관리자에게 제공한다.

화력 발전소 시스템의 관리 대상 설비는 관할 지역 발전소 통신실내의 설치된 업무용 서버 및 중요 단말 PC, 네트워크 장비, 전원 보호용 장비, 교환기, 항온 항습기

등으로서, 등록된 장비로부터 사용자가 정의한 모든 상태를 감시한다.



<그림 4> 통합 관리 시스템의 구성도

<그림 4>는 iA-Canvas를 활용하여 작성한 화력 발전소 통합 관리 시스템을 나타내고 있다. 사업소에 해당하는 보령과 양양에서 정보를 수집한 후 이를 본사로 전달하게 되고, 본사에서는 이들 정보를 이용하여 여러 작업을 수행하게 된다. 수행되는 과정을 좀 더 구체적으로 살펴보면 <표1>과 같이 동작한다.

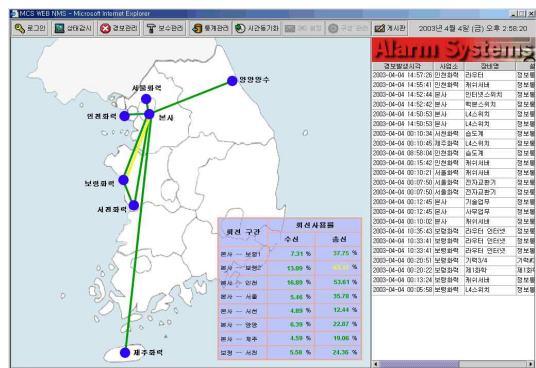
<그림 4>에 구현된 시스템은 실시간 업무 처리 수행을 처리한다. RTU로부터 실시간으로 데이터를 수집하여 표시하며, 네트워크 장비에 대해서는 최대 5분 주기로 모든 데이터를 수집한다.

설비의 추가/제거 변경이 필요할 경우에는 구성 관리를 통하여 설비에 대한 감시 포인트의 추가/제거 및 감시 화면의 재구성을 손쉽게 할 수 있다. 감시 화면의 구

<표 1> 화력 발전소 시스템의 구체적 수행 과정

1. 보령 사업소
  - (1) RTU 가 보령사업소의 설비 상태를 수집한다
  - (2) 보령의 LCS 의 서버에서 TCP 망을 통해 본사의 MCS로 데이터를 보내준다.
2. 양양 사업소
  - (1) RTU 가 양양사업소의 설비 상태를 수집한다
  - (2) 양양의 LCS 의 서버에서 TCP 망을 통해 본사의 MCS로 데이터를 보내준다
3. 본사
  - (1) 지역관리시스템의 RTU가 설비상태정보를 수집하여 LCS 서버에서 TCP망을 통해 MCS로 데이터를 보내준다
  - (2) 주 관리 시스템인 MCS는 TCP 망을 통해 수집된 각 지역 사업소의 데이터를 모두 수집하여 통합관리하며, 뷰어를 통해 운영자가 각 지역 사업소의 장비관리나 이력 데이터를 통한 보고서 관리 등을 수행하도록 한다.

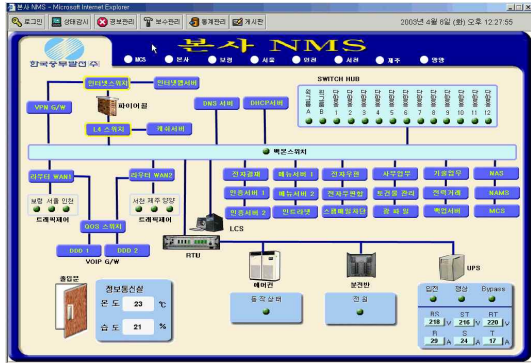
성은 Web Builder의 편집기를 통하여 사용자가 직접 재구성할 수 있으며, 이 때 편집기에서 제공하는 다양한 객체와 효과를 사용하여 최대한 사용자 편의적으로 구성될 수 있다.



<그림 5> MCS 메인 화면

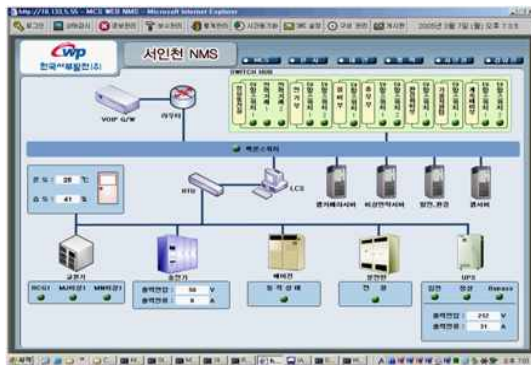
<그림 5>의 MCS 메인 화면에서는 전체 사업소의 상태를 한눈에 감시할 수 있도록 구성되어 있으며, 본사와 각 지역 사업소간의 회선 사용률(송, 수신 상태)과 전체 사업소에 대한 경보 메시지를 표시해주고 있다.





<그림 6> LCS 메인 화면

지역 발전소의 LCS는 <그림 6>과 같이 상태 감시, 정보 관리, 보수 관리, 통계 관리, 계시판 등의 기능을 갖추고 있다. LCS 메인 화면에서는 지역 센터의 네트워크 구성을 기반으로 현장의 각 장비의 상태를 감시하고, 온도와 습도, 전압 전류등과 같은 설비 데이터들을 모니터링할 수 있도록 구성된다.



<그림 7> 서인천 지역 센터의 NMS

<그림 7>은 서인천 지역 센터의 네트워크 구성을 나타낸 것으로 현장의 각 장비 동작 상태와 설비 데이터를 모니터링할 수 있도록 구성된다.



<그림 8> 데이터 조회

<그림 8>은 각 지역 사업소에서 수집된 이력 데이터를 사용하여 차트로 사용자가 확인토록 해주는 화면으로 데이터를 조회하여 프린트 하거나 엑셀 등으로 출력해 보고서 또는 분석 자료로 사용한다. 조회 조건으로 사업소 단위 또는 설비 단위로 선택할 수 있으며, 일간/월간 등 필요한 기간을 설정하여 조회할 수 있도록 하여 사용자에게 편의를 제공한다.

#### 4.2 iA-Canvas와 Intelli-site 비교

iA-Canvas와 유사한 제품으로 Intelli-Site사에서 개발한 Intelli-Site가 있다. Intelli-Site는 현재 Intelli-Site v3.8까지 개발되어 있다.

개발된 iA-Canvas와 Intelli-Site를 비교하면 <표 2>와 같다. <표 2>에서 제시된 것과 같이, iA-Canvas의 가장 큰 특징은 다중 OS상에서 운영할 수 있다는 것이다. 이를 위해 iA-Canvas는 Java를 이용하였다. Intelli-Site는 MS의 Windows에서만 운영할 수 있으나, iA-Canvas는 UNIX, Linux 등 자바 가상 머신이 설치된 OS에서는 운영할 수 있다는 큰 장점을 가진다.

또한 다양한 Oracle, MySQL, MS-SQL 등 다양한 DBMS를 지원하고, 한번 제작된 감시 화면을 별도의 작업 없이 웹 서버에서도 운영할 수 있다. 물론 Intelli-Site도 웹으로 운영하는 것이 가능하긴 하지만 이를 위해서는 추가적인 작업이 필요하다는 단점이 존재한다[16].



<표 2> iA-Canvas와 Intelli-Site 비교

| 구분    |                           | iA-Canvas   | Intelli-Site    |
|-------|---------------------------|---|-----------------|
| 운영 환경 | OS                        | Windows<br>Linux(x86/GTK)<br>Sun Solaris(SPARC/GTK)<br>IBM AIX(Power/Motif 2.1)<br>Mac OS X(Carbon) | Windows         |
| 구성    | 프로젝트                      | 다중 노트 기반 구성   | 1Server-n 클라이언트 |
| 기능    | 구성 관리                     | 그래픽 구성 편집기를 이용한 시스템 구성  | 설정화면 기반         |
|       | 클라이언트/서버                  | 지원  | 지원              |
|       | 프로세스 분산 구성                | 지원  | 지원 안됨           |
|       | 시스템 이중화                   | 지원  | 지원              |
|       | PLC 이중화                   | 지원  |                 |
|       | 통신 드라이버                   | 내장  | 내장              |
|       | I/O 시뮬레이션                 | 지원  | 지원 안됨           |
|       | DDE/OPC 지원                | 지원  | 지원              |
|       | 온라인 업데이트                  | 지원  | 지원 안됨           |
|       | 프로젝트 오류 검사 (교차 검사)        | 지원  | 지원 안됨           |
|       | 리포트 지원                    | EXCEL   | 크리스탈 리포트지원      |
|       | 로그인 보안                    | 지원  | 지원              |
|       | 경보 조치                     | 사운드, 화면, 이메일, SMS문자   | 사운드, EMAIL      |
|       | 해상도 변환                    | 지원  | 지원 안됨           |
|       | 실시간/이력 트랜드                | 지원  | 없음              |
|       | 3rd Party 컴포넌트            | 지원(JavaBeans)   | 없음              |
|       | 비디오 컴포넌트                  | 지원 안됨   | 지원              |
|       | 원격 프로세스 관리                | 지원  | 지원 안됨           |
|       | 멀티 프레임(Viewer)            | 지원  | 지원 안됨           |
|       | 웹 감시 기능                   | 지원  | 지원 안됨           |
| SNMP  | 지원                        | 지원  |                 |
| DBMS  | MySQL<br>MS-SQL<br>ORACLE | MS-SQL<br>ORACLE  |                 |

또한, iA-Canvas는 앞에서 기술한 각각의 프로세스들을 분산 시스템으로 구성할 수 있는 장점을 갖는다. 각각의 프로세스는 TCP/IP로 데이터를 전송할 수 있게 구성되어서 다양한 하드웨어 시스템의 구성에 적용할 수 있다.

## V. 결론

국내에 존재하던 HMI 소프트웨어들은 외국에서 제작된 경우가 대부분이기 때문에 일반적으로 국내 실정에 적합하지 못한 사용자 환경과 시스템 관리 환경이 제공되어 왔다. 이 때문에 현장에서는 어려움을 겪는 경우가 종종 발생하였다. 또한 기존의 HMI들은 일률적으로 MS Windows 기반에서만 동작될 수 있는 제품이거나, 분산 제어 시스템과 통합된 전용 HMI 형태들이 대부분이었다. 게다가 기존의 HMI들은 통상 독립형의 단일 시스템 형태로 구축되던 문제점이 있었다. 또한 개발 초기에는 대부분의 HMI들이 웹 버전에 대한 지원도 전무한 상태였다. 이러한 환경에서 범용 운영체제를 모두 지원할 수 있고, 동일한 환경으로 웹 상에서도 운영이 가능한 HMI의 개발이 필요하게 되었다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 본 논문에서는 새로운 HMI 소프트웨어인 iA-Canvas를 설계 및 개발하였다.

iA-Canvas는 구성관리에 사용되는 Builder, 편집된 프로젝트에 의해 수집/감시 시스템 역할을 하는 Runtime 모듈, 그리고 한 노트 내에서 모든 Canvas관련 프로세스를 관리하는 Canvas 관리자 이렇게 세 부분으로 구성하였다.

특히, 이렇게 구현된 iA-Canvas는 플랫폼 독립적인 이식성, 분산형 구조, 웹을 통한 감시, 스크립팅 기술, 원격지 시스템 관리, 그리고 UMS 서비스 등 기존의 도구에 비해 향상되고 새로워진 특징과 기술을 포함하였다.

화력 발전소 통합 관리의 경우를 통해 개발된 iA-Canvas의 적용 사례를 보였고, 기존 프로그램과의 비교를 위해 Intelli-Site의 제품과 비교하여 iA-Canvas의 유용성과 확장 가능성을 보였다.

## 참고문헌

- [1] 홍상현, "차별화된 PLC 프로그램과 HMI 장비를 이용한 차체 라인의 운용에 관한 연구," 울산대학교 석사학위 논문, 2002.
- [2] 이순렬, "전사적 개념의 통합 HMI 솔루션," 21C F. A Vision, 2003년 9월호, 2003년 9월, pp. 3-5.
- [3] 고봉석, "최신 MMI의 발전과 개요," 계장기술, 2004년 7월호, 2004.
- [4] 선복근·한광록·임기욱, "PLC 모니터링을 위한 임베디드 HMI 시스템의 개발에 관한 연구," 전자공학회 논문지 CI편, 제42권, 제4호, 2005, pp. 1-10.
- [5] 이진우·지정훈·우균, "HMI 소프트웨어 작업 특성을 고려한 분산제어시스템 설계," 한국정보과학회 2007 가을 학술발표 논문집, 제34권 제2호(B), 2007, pp. 373-378.
- [6] K. J. Astrom and B. Wittenmark, "Computer controlled systems: theory and design," Prentice-Hall, 1997.
- [7] L. G. Bushnell, "Networks and control," IEEE Control Systems Magazine, Vol. 21, No. 1, 2001, pp. 22-23.
- [8] W. Zhang, M. S. Branicky, and S. M. Phillips, "Stability of networked control systems," IEEE Control Systems Magazine, Vol. 21, No. 1, 2001, pp. 84-99.
- [9] D. Isovich, and C. Norström, "Components in Real-Time Systems," Proc. of the 8th International Conference on Real-Time Computing Systems and Applications, Tokyo, Japan, 2002, pp. 135-139.
- [10] R. Blecha and Z. Bradac, "Distributed Control System for Robotic Manipulators," Industrial Technology, 2003 IEEE International Conference on, Vol. 1, 2003, pp. 169-72.
- [11] Y. Tipsuwan and M. Y. Chow, "Control methodologies in networked control systems," Control Engineering Practice, Vol. 11, No. 10, 2003, pp. 1099-1111.
- [12] T. C. Yang, C. R. Chatwin, and R. C. D. Young, "Research into networked control systems," Internal report Report, 2004.
- [13] M. Babb, "The future of industrial communications technology: switched Ethernet," Computing & Control Engineering Journal, Vol. 15, No. 1, 2004, pp. 10-11.
- [14] D. Craig and C. Befus, "Implementation of a distributed control system for electric distribution circuit reconfiguration," Power Engineering Society General Meeting, 2005. IEEE, Vol. 3, pp. 2436-2441.
- [15] A. Rae, "Helping the operator in the loop: practical human machine interface principles for safe computer controlled systems," In Proceedings of the Twelfth Australian Workshop on Safety Critical Systems and Software and Safety-Related Programmable Systems - Vol. 86, 2007.
- [16] Intelli-site, <http://www.intelli-site.com/>
- [17] PLC정의, [http://www.dr-plc.com/subpage/plc\\_add.php](http://www.dr-plc.com/subpage/plc_add.php)
- [18] iFIX, <http://www.ge-ip.com/ko/products/3311>
- [19] inTouch, <http://global.wonderware.com/EN/Pages/default.aspx>
- [20] Cimon, <http://www.kdtsys.com/>

■ 저자소개 ■



김 석 찬  
Kim, Seog Chan

2000년 9월~현재  
주식회사 나루기술 대표이사  
1996년 9월~현재  
인하대학교 정보공학과 재학  
1987년 2월 인하대학교 전자계산학과(이학석사)  
1985년 2월 인하대학교 전자계산학과(이학사)

관심분야 : HMI, 분산제어장치,  
통합관리시스템  
E-mail : ksckms@narutec.co.kr



김 기 태  
Kim, Ki Tae

2008년~현재  
인하대학교 컴퓨터정보공학부  
강의전임강사  
2008년 2월 인하대학교 정보공학과(공학박사)  
2001년 2월 인하대학교  
전자계산공학과(공학석사)  
1999년 2월 상지대학교 전자계산학과(공학사)

관심분야 : HMI, 컴파일러, 프로그래밍언어,  
정보보안  
E-mail : aqua0405@gmail.com



김 제 민  
Kim, Je Min

2008년 3월~현재  
인하대학교 정보공학과 박사과정  
2008년 2월 인하대학교 정보공학과(공학석사)  
2006년 2월 인하대학교 컴퓨터공학부(공학사)

관심분야 : HMI, 컴파일러, 프로그래밍언어  
E-mail : jeminya@gmail.com



유 원 희  
Yoo, Weon Hee

1979년~현재  
인하대학교 컴퓨터정보공학부 교수  
1985년 3월 서울대학교 계산학과(이학박사)  
1978년 2월 서울대학교 계산학과(이학석사)  
1975년 2월 서울대학교 응용수학과(이학사)

관심분야 : 컴파일러, 프로그래밍언어,  
병렬시스템  
E-mail : whyoo@inha.ac.kr

|       |                 |
|-------|-----------------|
| 논문접수일 | : 2009년 12월 17일 |
| 수 정 일 | : 2010년 1월 20일  |
| 게재확정일 | : 2010년 1월 30일  |